


Wind power plant with induction generator overload protection - responds quickly to increase in wind speed adjustment of turbine blades to stabilise generator torque

Patent number: DE3922573
Publication date: 1991-01-17
Inventor: HINZ UWE DIPL ING (DE)
Applicant: MAN TECHNOLOGIE GMBH (DE)
Classification:
- international: F03D9/00; H02K17/42; H02P9/48
- european: F03D7/02G
Application number: DE19893922573 19890708
Priority number(s): DE19893922573 19890708

Also published as:

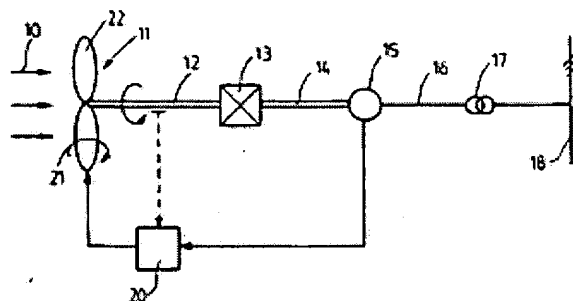
 DK163990 (A)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE3922573

The wind (10) drives a twin-bladed rotor (11) on a shaft (12) geared (13) to the generator (15) which is transformer coupled (17) to an electrical network, energy store or load (18). The angular setting (21) of the rotor blades (22) is adjusted by a controller (20) in accordance with either the generator output or shaft speed. The reversing torque of the machine (15) in generation mode is between 1.2 and 1.5 times the rated torque for more rapid response of the control to gusts of wind. ADVANTAGE - Power control is achievable with inexpensively mfd. parts and without noteworthy detriment to efficiency.

Fig.1



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



DEUTSCHES
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 39 22 573.9
②2 Anmeldetag: 8. 7. 89
④3 Offenlegungstag: 17. 1. 91

⑦1 Anmelder:
MAN Technologie AG, 8000 München, DE

⑦2 Erfinder:
Hinz, Uwe, Dipl.-Ing., 8038 Gröbenzell, DE

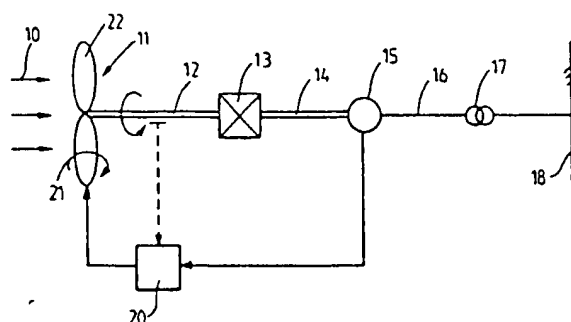
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:
DE-Z: ABBE, Mathias;
TIMMERT, Hans-Peter: Kleine
Windenergiekonverter für autonome
Stromversorgun- gen. In: etz, Bd.106, 1985, H.3,
S.112-116 - DE-Buch: Windkraftanlagen -
Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit.
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New
York, London, Paris 1988, S.290-292;
- US-Z: NAKRA, H.L.;
DUBE, Benoit: Slip power recovery induction
generator for large vertical axis wind turbines. In:
IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol.3, No.4,
Dezember 1988;
S733-737;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Windenergieanlage

Bei einer Windkraftanlage mit Rotorblattverstellung (20) wird vorgeschlagen, als Generator einen Asynchrongenerator (15) zu verwenden, dessen Kippmoment das 1,2- bis 1,5fache des Nennmoments ist. Dadurch wird erreicht, daß ein rascher Windgeschwindigkeitsanstieg in der Zeitspanne bis die Rotorblatteinstellung eingreift, das Drehmoment des Generators (15) lediglich geringfügig anheben kann und damit eine Überlastung der Anlage vermieden wird.

Fig.1



Die Erfindung bezieht sich auf eine Windkraftanlage, mit der die Windenergie über einen Rotor an einen Asynchrongenerator übertragen wird, wobei zur Einregelung einer konstanten Leistung die Rotorblätterwinkel einstellbar sind.

Bei Anlagen zur Wandlung der Windenergie in elektrische Energie ist man bestrebt, die Leistung der Anlage auf einen Nennmoment konstant zu halten, insbesondere einen Leistungsanstieg über den Nennmoment zu vermeiden. Dieses wird durch Begrenzung der Leistungsaufnahme des Rotors auf eine entsprechende Nennleistung erreicht, indem der Rotorblattwinkel entsprechend der Windgeschwindigkeit verstellt wird. Die Trägheit dieser Rotorleistungsregelung macht es insbesondere bei Großanlagen erforderlich, die Regelung der Blattwinkelverstellung durch weitere Regelungen zu unterstützen, um unerwünschte Auswirkungen von plötzlichen Windgeschwindigkeitsänderungen zu vermeiden.

Für die unterstützende Regelung sind zahlreiche Verfahren bekannt, die im Buch von Erich Hau "Windkraftanlagen", Springerverlag 1988, S. 262–273, 286–319, zusammengefaßt sind. Diese Verfahren basieren im wesentlichen darauf, daß der Windenergieanstieg zunächst in eine Erhöhung der Rotordrehzahl umgesetzt wird, unter – soweit möglich – Konstanthaltung des antreibenden Rotor- bzw. Getriebemomentes, bis die Blattwinkelseinstellung zur Reduzierung der Leistungsaufnahme des Rotors eingreift.

Für die Zusatzregelung wird entweder die Rotorwelle (z.B. torsionselastische Welle) oder das Getriebe (beispielsweise Überlagerungsgetriebe mit begrenzter Abtriebsdrehzahl) oder der Generator (z.B. als Synchron-generator) herangezogen oder aber auch durch Einbringen von Kupplungen (z.B. hydrodynamische Kupplung) oder von Stromrichtern erreicht.

Bei einer Anlage gemäß der eingangs genannten Art wird das Problem der Leistungsregelung gemäß einem Vorschlag des vorstehend zitierten Buches S. 302, 303 dadurch angegangen, daß der Asynchrongenerator mit einem erhöhten Schlupf ausgelegt wird. Damit wird erreicht, daß das Drehmoment des Generators bei einer Erhöhung der Rotordrehzahl einen geringeren Anstieg erfährt und das Drehmoment im Zeitraum bis zur Einstellung der Blattwinkeln nicht das Kippmoment erreicht. Diese Lösung erfolgt aber auf Kosten des Wirkungsgrades, zumal mit der Anhebung des Schlupfes der Wirkungsgrad des Generators sinkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anlage der eingangs genannten Art so zu gestalten, daß eine Leistungssteuerung unter fertigungstechnisch geringem Aufwand und ohne nennenswerten Einbußen des Wirkungsgrades möglich ist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Durch das niedrige Kippmoment ist gewährleistet, daß trotz hoher Windbeschleunigung kein hohes Generatormoment auftritt, das auf die Abtriebswelle des Getriebes wirken könnte. Das Getriebe wird damit keinen hohen Belastungen ausgesetzt, wenn bei raschen Windleistungsänderungen die daran anzupassende Blattwinkelverstellung nicht rasch genug erfolgt. Gleichzeitig wird erreicht, daß die Leistungsschwankungen am Ausgang des Generators eine geringe Bandbreite haben, indem kurzzeitige Spannungsspitzen durch das niedrige Kippmoment relativ flach ausfallen.

Die bekannte Auslegung für ein weiches System durch Anhebung des Schlupfes kann bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung zusätzlich in Betracht gezogen werden, indem der Schlupf geringfügig auf etwa 1,5 bis 3,5% angehoben wird. Dadurch verlagert sich das Kippmoment auf höhere Drehzahlen, so daß das Kippmoment im Betrieb der Windenergieanlage nur äußerst selten erreicht wird.

Mit der Erfindung ist es möglich, Windstöße über den Asynchrongenerator so abzufangen, daß weder eine Belastung des Getriebes erfolgt, noch die Notwendigkeit ein besonders ausgestaltetes und technisch kompliziertes Getriebes oder eine Nachregelung der erzeugten elektrischen Energie vorsehen zu müssen.

Die Erfindung wird anhand der in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 Ein Blockbild der mechanisch-elektrischen Wirkungskette einer Windkraftanlage und

Fig. 2 ein Diagramm der Drehmomentencharakteristik eines Asynchrongenerators.

Fig. 1 zeigt den Triebstrang einer Windenergieanlage, bestehend aus einem vom Wind 10 betreibbaren Rotor 11, der über eine Antriebswelle 12, einem Getriebe 13 und einer Getriebeabtriebswelle 14 mit einem Generator 15 verbunden ist, dessen Ausgang 16 über einen Transformator 17 mit einem mit Strom zu versorgenden Netz 18 (oder Elektrospeicher oder Verbraucher) verbunden ist. Die Windenergieanlage ist mit einem Regler 20 ausgerüstet, der in Abhängigkeit elektrischer Leistung des Generators 15 oder in Abhängigkeit der Drehzahl der Antriebswelle 12 die Winkelstellung 21 der Rotorblätter 22 des Rotors 11 entsprechend der Windleistung einstellt.

Eine Windenergieanlage muß in der Regel so ausgelegt und konzipiert werden, daß durch eine automatische Regelung am Ausgang 16 des Generators eine konstante Leistung ansteht und daß Überlastungen an der Anlage vermieden werden. Aufgrund der Massenträgheit der Rotorblätter 22 und der Stellglieder hinkt die Regelung einer Windgeschwindigkeitsänderung nach, so daß die Anlage kurzzeitig Mehrbelastungen ausgesetzt wird, die die Anlage aushalten muß.

Diesem Umstand Rechnung tragend, wird als Generator 15 ein Asynchrongenerator verwendet, dessen Drehmomentencharakteristik in Fig. 2 gezeigt ist. Die linke Seite des Diagramms stellt die Kurve im Motorbetrieb dar, auf die hier nicht weiter eingegangen wird. Auf der rechten Seite des Diagramms, das den Generatorbetrieb darstellt, zeigt die strichpunktierte Kurve den Verlauf des Drehmomentes M in Abhängigkeit vom Verhältnis der Drehzahl n zur Solldrehzahl n_s des Generators. Über einen relativ steilen Anstieg 25 erreicht die Kurve einen Höchstwert, das sogenannte Kippmoment M_k . Diese Kurve stellt die Charakteristik für einen konventionellen Asynchronmotor dar, bei dem das Verhältnis des Kippmomentes M_k zum Nennmoment M_N etwa 2,5 ist.

Bei der Verwendung eines derartigen Generators wird eine Windböe bis zum Eingreifen der Regeleinrichtung 20, 21 die Drehzahl n des Generators 15 derart anheben, daß ein starker Anstieg des Drehmomentes M und damit der Ausgangsleistung des Generators 15 erfolgt.

Um diese Konsequenzen zu vermeiden, muß die Leistungszunahme am Rotor 11 entweder von einem komplizierten Getriebe 13 aufgenommen werden, oder es

muß ein kostspieliger Wandler dem Generator nachgeschaltet werden, mit dem die Zunahme der elektrischen Leistung verarbeitet wird.

Gemäß dem eingangs genannten Stand der Technik hat man den Schlupf des Asynchrongenerators angehoben. Der Verlauf der Momentencharakteristik für einen Generator mit erhöhtem Schlupf entspricht der gestrichelten Kurve in Fig. 2.

Nach dieser Kurve wird das Moment M bei Windenergieänderung bzw. Drehzahländerungen nicht so rasch ansteigen, es kann jedoch bei sehr hohen Drehzahlen nach wie vor hohe Momentwerte erreichen.

Gemäß der Erfindung wird dagegen eine Auslegung des Asynchrongenerators gewählt, bei dem das Verhältnis zwischen Kippmoment M_k zum Nennmoment M_N zwischen 1,1 und 1,8, vorzugsweise zwischen 1,2 bis 1,5 liegt. Die Drehmomentcharakteristik eines derartigen Generators nimmt den Verlauf der durchgezogenen Kurve 30 ein. Hier wird ein erhöhtes Drehmoment M durch das niedrige Kippmoment von vorneherein unterdrückt, so daß die Gefahr einer Überlastung in den Zeiträumen zwischen Windenergiefluktuation und Rotorblattwinkelverstellung nicht mehr auftritt.

Durch diese Auslegung erübrigen sich andere Maßnahmen — insbesondere am Getriebe 13 und am elektrischen Umformer 17 — zur Aufnahme überschüssiger Wind- bzw. elektrischer Leistung.

Die Reduzierung des Generatorkippmomentes wird in bekannter Weise durch eine besondere Ausformung der Läuferstäbe, z.B. als Doppelstab erreicht. Mit der Reduzierung des Generatorkippmomentes wird zwar die Blindleistung des Generators erhöht, dieses kann jedoch in bekannter Weise durch Kondensatoren kompensiert werden.

Der vorstehend beschriebene erwünschte Effekt kann durch Anhebung des Schlupfes unterstützt werden, indem dadurch das Kippmoment auf höhere Drehzahlen verschoben wird und die Anhebung des Drehmomentes M bei Windleistungsanstieg folglich weiter gebremst wird. Die Momentencharakteristik nimmt dabei den in Fig. 2 mit Ziffer 31 gekennzeichneten Kurvenverlauf ein.

Patentansprüche

1. Windkraftanlage, mit der die Windenergie über einen Rotor an einen Asynchrongenerator übertragen wird, wobei ein Regler zur Einstellung der Rotorblätterwinkel vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Asynchrongenerator (15) verwendet wird, dessen Kippmoment (M_k) das 1,1 bis 1,8-fache des Nennmoments (M_N) ist.
2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis zwischen dem Kippmoment (M_k) und Nennmoment (M_N) des Asynchrongenerators (15) zwischen 1,2 und 1,5 liegt.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Asynchrongenerator (15) mit einem leicht erhöhten Schlupf ausgelegt ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

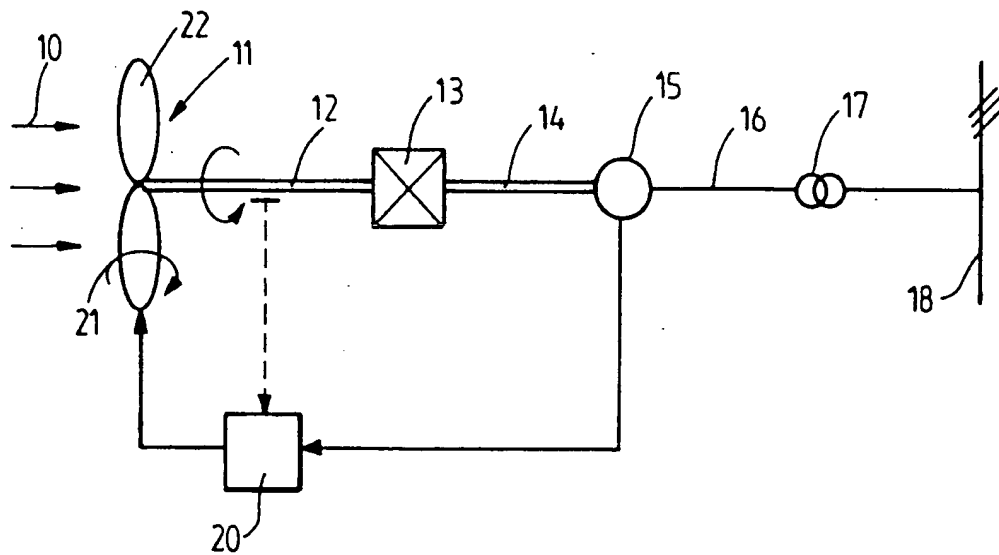


Fig. 2

